

PEMBANGUNAN SISTEM BANTUAN NAVIGASI DI
PELABUHAN MENGGUNAKAN
DATA RAMALAN PASANG SURUT

TENGGU AFRIZAL B. TENGGU ALI

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

PEMBANGUNAN SISTEM BANTUAN NAVIGASI DI PELABUHAN
MENGUNAKAN DATA RAMALAN PASANG SURUT

TENGKU AFRIZAL TENGKU ALI

Tesis ini dikemukakan
sebagai memenuhi syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Sains (Hidrografi)

Fakulti Kejuruteraan dan Sains Geoinformasi
Universiti Teknologi Malaysia

OKTOBER 2006

DEDIKASI

Teristimewa buat,
Ayahanda dan Bonda,
Isteriku tercinta, Anita Hashim
Puteri tersayang, Tengku Aaliya Qistina
yang lahir semasa penulisan tesis ini
Keluarga
Amanah mu adalah Perjuangan ku,
Kejayaan adalah rahmat dan berkah daripada Mu, ya Allah
Semoga menambah kearifan dan ketaqwaan dalam diriku

PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga buat penyelia tesis ini iaitu Prof. Madya Dr. Mohd Razali Mahmud yang telah memberikan kesempatan bagi menimba ilmu di Universiti Teknologi Malaysia. Selain daripada itu bimbingan, teguran dan dorongan beliau amatlah dihargai.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universiti Teknologi MARA (UiTM) yang telah membiayai pengajian ini melalui skim Tenaga Pengajar Muda UiTM serta ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu bagi menyempurnakan tesis ini.

Penulis juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang telah banyak memberikan bantuan dan sokongan dalam kajian ini iaitu En. Othman Mohd Yusof, En. Che Senu Salleh, Lt. Kdr. Najhan Md. Said, En. Rozaimi Che Hasan, En. Muhammad Ariff Abdul Jalil, Puan Nazirah Md. Tarmizi, En. Chai Beng Chung, Cik Cham Tau Chia, En. Wan Amirul Amin Wan Ahmad, Puan Noorzalianee Ghazali, En. Tan Tai Hung serta kakitangan makmal iaitu En. Ghazalli Khalid dan En. Bustami Berahim@Ibrahim. Terima kasih juga kepada semua individu yang terlibat dalam kajian ini sama ada secara langsung atau tidak. Hanya Tuhan sahaja yang dapat membalas jasa anda semua.

ABSTRAK

Masa kini, pengangkutan marin menjadi semakin penting kepada sektor perdagangan dan industri di kebanyakan negara. Dalam sebarang pengangkutan, keselamatan menjadi perkara yang perlu diutamakan. Oleh kerana keadaan laut yang dinamik, navigasi kapal menjadi agak susah tanpa sebarang alat atau panduan seperti Sistem Penentuan Lokasi Sejagat (GPS) dan Sistem Maklumat dan Pemaparan Carta Elektronik (ECDIS). ECDIS kini menjadi alat utama dalam sesuatu pelayaran untuk meningkatkan keselamatan pelayaran. Namun begitu, ECDIS tidak memaparkan kedalaman sebenar perairan. Ia memaparkan kedalaman tercarta. Kajian ini telah berjaya membangunkan satu sistem yang mampu untuk mengemaskinikan kedalaman laut bergantung kepada nilai pasang surut pada sesuatu tarikh dan masa yang diberi, saiz draf kapal dan menentukan kawasan sekitar perairan yang selamat dilalui oleh kapal untuk berlayar. Walaupun terdapat beberapa faktor bagi menentukan kelegaan lunas kapal (UKC), kajian ini hanya mengambil kira draf kapal sebagai faktor utama. Faktor lain yang mengakibatkan perubahan UKC adalah dikecualikan. Sistem ini telah dibangunkan dengan menggunakan perisian *Microsoft Visual Basic 6.0* bersama dengan *Esri MapObjects 2.3* bagi memaparkan data spatial dan *Microsoft Access* sebagai pangkalan data pasang surut. Teknik pemetaan menggunakan GIS memberi paparan yang menarik dan dapat memberi maklumat dalam membuat keputusan bagi menentukan laluan yang selamat tanpa membahayakan kapal. Hasil akhir kajian ini adalah satu sistem memetakan kawasan laut yang mempunyai nilai kedalaman selamat bagi sesuatu saiz kapal untuk berlayar. Titik kedalaman yang selamat dipaparkan dengan warna biru dan titik kedalaman tidak selamat dengan warna merah. Bagi tujuan merancang pelayaran, pengiraan bagi mengetahui nilai pasang surut dikehendaki dapat dilakukan dan ini akan memaparkan graf yang menunjukkan masa pasang surut mencukupi dengan nilai biru dan warna merah sebaliknya. Kelebihan sistem ini dapat meningkatkan tahap keselamatan di pelabuhan kerana nilai

kedalaman sebenar dari permukaan air ke dasar laut ditunjukkan. Justeru itu, kawasan pelayaran yang selamat bagi sesuatu draf kapal dipaparkan pada sistem ini secara masa hakiki.

ABSTRACT

Currently, maritime transportation has become one of the most important components in trade and industry of many countries. In any transportation, safety should be the main concern. As sea condition is dynamic, navigation becomes difficult without any equipment or guidance tools such as Global Positioning System (GPS) and Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). ECDIS is rapidly gaining popular and has been accepted as a powerful tool to improve navigational safety. However, most of the ECDIS do not indicate the actual depth of water. The goal of this study is to develop a system that is able to update the water depth depending on tidal levels at given date and time, with various size of vessels draft. It can also determine locations of the sea that is safe for vessels to sail through. Although there are several factors that should be taken into account to ensure adequate under keel clearance, this study only take the draft of the vessel as a main factor. Other factors that may cause the changes in under keel clearance are excluded. This system was developed using Microsoft Visual Basic 6.0 and Esri MapObjects 2.3 to display the spatial data and Microsoft Access as tidal data prediction database. Mapping functions in GIS provides an excellent visualization tool and able to provide information in deciding the right passage for vessels safety. The system is able to produce a chart of the sea that has sufficient depth levels for vessels with different sizes to sail through. Safe depths are marked as blue points and unsafe depths are marked with red points. For navigation planning, calculation of the tide can be determine and this will produce a graph showing the times of sufficient tide in blue and times of insufficient tide in red. The benefit of this system would be an improvement in port safety since the actual depth of water and safe navigable area for vessels of different drafts are displayed on the system in real time.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	JUDUL	i
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xiv
	SENARAI RAJAH	xv
	SENARAI SINGKATAN	xix
	SENARAI ISTILAH	xxi
	SENARAI LAMPIRAN	xxiii
1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Pernyataan Masalah	3
	1.3 Objektif Kajian	4
	1.4 Skop Kajian	5
	1.5 Kepentingan Kajian	5
	1.6 Metodologi Kajian	7
	1.6.1 Kajian Awal	8
	1.6.2 Pernyataan Masalah	8

1.6.3	Kajian Literatur	8
1.6.4	Cadangan Penyelidikan	8
1.6.5	Pengumpulan Data	9
1.6.6	Eksplorasi Perisian	9
1.6.7	Kesimpulan dan Cadangan	9
1.6.8	Pangkalan Data / Data Input	9
1.6.9	Penghasilan Program	10
1.6.10	Ujian dan Penilaian Sistem	10
1.6.11	Paparan Hasil	10
1.7	Kandungan Bab	10

2

ALAT BANTUAN KEPADA PELAYARAN DAN ALAT BANTUAN PELAYARAN

		12
2.1	Pendahuluan	12
2.2	Alat Bantuan Kepada Pelayaran	12
2.3	Alat Bantuan Kepada Pelayaran Boja	15
2.4	Alat Bantuan Kepada Pelayaran Tetap	16
2.4.1	Suar Tetap	17
2.4.2	Berup Siang	18
2.4.3	Transit	20
2.4.4	Isyarat Kabus	20
2.4.5	Suar Sektor	21
2.5	Alat Bantuan Kepada Pelayaran Radio	21
2.5.1	Radar Reflektor	22
2.5.2	Radar Berup	22
2.5.3	Berup Radio	22
2.5.4	Loran-C	24
2.5.5	Sistem Penentududukan Sejagat	24
2.5.6	DGPS	25
2.6	Penerbitan Nautika	26
2.7	Alat Bantuan Pelayaran	29
2.7.1	Pemerum Gema	30
2.7.2	Penderia Gerakan	34

	2.7.3 Kompas Giro	34
2.8	Carta Untuk Pelayaran	35
	2.8.1 Maklumat Carta	35
	2.8.2 Fungsi Carta	37
	2.8.3 Carta Elektronik	38
	2.8.3.1 Spesifikasi Sistem Carta Elektronik	39
	2.8.4 <i>Electronic Chart System</i>	41
	2.8.5 Spesifikasi Sistem ECDIS	42
2.9	Perkembangan Navigasi Marin di Malaysia	44
2.10	Kesimpulan	44
3	KEDALAMAN SELAMAT BAGI PELAYARAN	46
3.1	Pendahuluan	46
3.2	Kelegaan Lunas Kapal	46
3.3	Teori Kelegaan Lunas Kapal	48
	3.3.1 Pasang Surut	48
	3.3.1.1 Datum Carta	49
	3.3.2 Perubahan Atitud Kapal	50
	3.3.3 Benaman	52
	3.3.4 Kesengetan	54
3.4	Kelegaan Lunas Kapal Standard	55
	3.4.1 Penentuan Kelegaan Lunas Kapal	56
3.5	Data Pasang Surut	57
3.6	Tolok Pasang Surut	59
3.7	Data Ramalan Pasang Surut	61
3.8	Data Pengaturcaraan Port-NAVGIS	61
3.9	Kelegaan Lunas Kapal Dinamik	62
3.10	Kesimpulan	63

4	PEMBANGUNAN PENGATURCARAAN SISTEM BANTUAN PERANCANGAN NAVIGASI DI PELABUHAN	64
4.1	Pendahuluan	64
4.2	Asas Pembangunan Pengaturcaraan Sistem Port-NAVGIS	65
4.3	Esri MapObjects 2.3	66
4.4	Memulakan MapObjects Pada Visual Basic	67
4.5	Reka bentuk Port-NAVGIS	68
4.6	Penghasilan Menu dan Submenu	73
4.6.1	Menu File	73
4.6.2	Menu View	77
4.6.3	Menu Navigation Aid	79
4.6.3.1	Calculate Safe Area	80
4.6.3.2	Tide Required Calculation	85
4.6.3.3	Vessel Position	91
4.7	Data	93
4.8	Proses Interpolasi Pasang Surut	95
4.9	Layer Properties	98
4.10	Kesimpulan	101
 5	 PENILAIAN DAN ANALISIS TERHADAP SISTEM Port-NAVGIS	 102
5.1	Pendahuluan	102
5.2	Kemampuan Sistem Menerima Data Spatial Dari Kawasan Berlainan Dalam Beberapa Format Dan Data Pasang Surut	103
5.3	Penilaian Terhadap Fungsi <i>Map Tools</i>	108
5.3.1	Penilaian Terhadap Fungsi Toolbar	109
5.3.2	Penilaian Fungsi Layer Properties	112
5.3.2.1	Penggunaan Fungsi Symbol Properties Bagi Menukar Warna	114
5.3.2.2	Kemampuan Sistem Mengkelaskan	

	Ciri Melalui Nilai Unik	115
5.3.2.3	Kemampuan Sistem Mengkelaskan	
	Ciri Melalui <i>Class Breaks</i>	116
5.3.2.4	Kemampuan Sistem Melabelkan	
	Ciri Sesuatu Lapangan	117
5.4	Penilaian Terhadap Fungsi Bantuan Pelayaran	118
5.4.1	Kemampuan Sistem Mengenal Pasti Laluan	
	Laluan Selamat Kapal	118
5.4.2	Kemampuan Sistem Mengemas Kini	
	Kedalaman Berdasarkan Nilai Pasang Surut	
	Semasa	123
5.4.3	Kemampuan Sistem Bertindak Terhadap	
	Perubahan Masa Dan Tarikh Yang	
	Dimasukkan Pengguna	126
5.4.4	Kemampuan Sistem Bertindak Terhadap	
	Perubahan Maklumat Kelegaan Lunas Kapal	
	Dan Draf Kapal	128
5.4.5	Kemampuan Sistem Memanggil Nilai	
	Pasang Surut Berdasarkan Tarikh Dan	
	Masa Yang Dimasukkan Pengguna	131
5.4.6	Kemampuan Sistem Memaparkan Graf	
	Pasang Surut Dikehendaki Berdasarkan	
	Nilai Draf Dan Kelegaan Lunas Kapal	133
5.4.7	Kemampuan Sistem Menunjukkan	
	Kedudukan Kapal Berdasarkan	
	Koordinat Yang Diberikan	138
5.5	Kesimpulan	141
6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	142
6.1	Pendahuluan	142
6.2	Kesimpulan Kajian Keseluruhan	143
6.3	Kelebihan Sistem	144

6.4	Cadangan	145
6.5	Penutup	146

SENARAI RUJUKAN	147
LAMPIRAN A - D	152 - 171

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Jadual Carta Nautika	9

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	MAL 5307- Sekitar Perairan Pelabuhan Utara dan Selatan	
	Pelabuhan Klang	4
1.2	Carta Alir Metodologi Kajian	7
2.1	Bahagian Kapal	14
2.2	Sistem Pelampungan Marin IALA	15
2.3	Taburan Rumah Api di Malaysia	18
2.4	Contoh Berup Siang (<i>Daybeacon</i>)	19
2.5	Contoh Berup	19
2.6	Contoh Transit	20
2.7	Kaedah DGPS Bagi Penentududukan Pelayaran	26
2.8	Asas Operasi Pemerum Gema	33
3.1	Faktor Mempengaruhi Kelegaan Lunas Kapal	47
3.2	Kesan Perubahan Pasang Surut Terhadap UKC	50
3.3	Pergerakan Atitud Kapal	51
3.4	Kesan Fenomena Benaman	53
3.5	Kesan Fenomena Pemendapan	53
3.6	Kesan Kesengetan Terhadap Draf Kapal	54
3.7	Penentuan Kelegaan Lunas Kapal	56
4.1	Cara Mengaktifkan <i>MapObjects</i> Pada <i>Visual Basic</i>	67
4.2	Paparan Utama Sistem	68
4.3	Rekabentuk Keseluruhan Menu Sistem	69
4.4	Komponen Utama <i>Mapobjects</i> Yang Digunakan	70
4.5	Kotak Senarai Imej	70
4.6	Senarai <i>Toolbox</i> Yang Dibangunkan Pada Sistem	71

4.7	Kod Pengaturcaraan Bagi Fungsi <i>Toolbox</i>	71
4.8	Kotak Status Koordinat Sistem	72
4.9	Kod Pengaturcaraan Bagi Fungsi Status Bar	72
4.10	Senarai Menu dan Submenu Sistem	73
4.11	Menu File Dalam Sistem	73
4.12	Kotak Dialog Add CAD Layer	74
4.13	Kod Pengaturcaraan Bagi Add CAD Layer	75
4.14	Kod Pengaturcaraan Bagi Add CAD Layer	76
4.15	Kod Pengaturcaraan Bagi Remove Active Layer	77
4.16	Menu View Pada Sistem	78
4.17	Kod Pengaturcaraan Bagi Zoom In	78
4.18	Kod Pengaturcaraan Bagi Zoom Out	78
4.19	Kod Pengaturcaraan Bagi Zoom Extent	79
4.20	Kod Pengaturcaraan Bagi Pan	79
4.21	Kod Pengaturcaraan Bagi Show Scale Bar	79
4.22	Menu Navigation Aid	79
4.23	Kesan Perubahan Pasang Surut dan Draf Kapal Terhadap Kelegaan Lunas Kapal	80
4.24	Carta Alir menu Calculate Safe Area	81
4.25	Paparan Kotak Dialog Calculate Safe Area	82
4.26	Contoh Sebahagian Fail Pangkalan Data <i>tide.mdb</i>	84
4.27	Contoh Gambaran Kiraan Calculate Safe Area	85
4.28	Carta Alir Tide Required Calculation	86
4.29	Kotak Dialog Bagi Tide Required Calculation	87
4.30	Sebahagian Contoh Proses Pemilihan Data dalam Fail <i>tide.mdb</i>	89
4.31	Contoh Hasil Graf Yang Diperolehi	90
4.32	Kotak Dialog Vessel Position	91
4.33	Kod Pengaturcaraan Bagi Vessel Position	92
4.34	Kotak Dialog Identify Results	93
4.35	Sebahagian Contoh Fail <i>tide.mdb</i>	94
4.36	Kod Pengaturcaraan Bagi <i>module1.bas</i>	96
4.37	Pangkalan Data Pasang Surut Sistem <i>tide.mdb</i>	97
4.38	Senarai <i>Tab Menu</i> Bagi Lapisan Symbol Properties	100

5.1	Kebolehan Sistem Membaca Data Dari Format <i>Esri Shapefile</i>	104
5.2	Paparan Bagi Fail <i>Land_rectangle.shp</i>	104
5.3	Kebolehan Sistem Membaca Data Format <i>CAD Drawing</i>	105
5.4	Kotak Dialog Bagi Menambah Ciri Format CAD	105
5.5	Paparan Bagi Fail <i>Land_rectangle.dwg</i>	106
5.6	Kemampuan Sistem Menerima Data Spatial Dari Kawasan Lain –Pelabuhan Tanjung Pelepas	107
5.7	Contoh Fail <i>tide.mdb</i> Bagi Kawasan Pelabuhan Klang	108
5.8	Paparan Sebelum Zoom In	109
5.9	Paparan Selepas Zoom In	110
5.10	Paparan Selepas Zoom Out Dan Zoom Extent	110
5.11	Paparan Ikon Pan Pada <i>Toolbar</i> Sistem	110
5.12	Kemampuan Fungsi Identify Pada Sistem	111
5.13	Skala Berubah Apabila Proses Zoom In Dijalankan	111
5.14	Skala Berubah Apabila Proses Zoom Extent Dijalankan	112
5.15	Kemampuan Untuk Mengaktif Peta Yang Dipaparkan	113
5.16	Kemampuan Sistem Untuk Menjalankan Proses Penukaran Warna Lapisan Peta Mengikut Kehendak Pengguna	114
5.17	Kemampuan Sistem Untuk Mengkelaskan Secara Nilai Unik	115
5.18	Kemampuan Sistem Untuk Mengkelaskan Secara <i>Class Breaks</i>	116
5.19	Kemampuan Sistem Melabelkan Ciri-Ciri Sesuatu Lapangan	117
5.20	Carta Laluan Selamat Yang Dihasilkan Sistem	118
5.21	Kotak Dialog Calculate Safe Area	119
5.22	Sebahagian Dari Nilai Kedalaman Dalam Fail <i>depth.shp</i>	121
5.23	Atribut-Atribut Titik Merah dan Biru	122
5.24	Menu Calculate Safe Area	123
5.25	Sebahagian Kedalaman Tercarta Pada Kawasan Pelabuhan Klang	124
5.26	Sebahagian Titik Kedalaman Yang Telah Dikemas Kini	125
5.27	Penggunaan Fungsi Masa Hakiki Bagi Mengemas Kini Sistem Laluan	126
5.28	Carta Laluan Selamat Untuk Tarikh 14 Mac 2005 Pada	

	Masa 0906	127
5.29	Carta Laluan Selamat Untuk Tarikh 7 Julai 2005 Pada Masa 0403	128
5.30	Carta Laluan Selamat Untuk Tarikh 5 Oktober 2005 Pada Masa 2127 Dengan Draf 6.0m dan UKC 10% Dari Nilai Draf	129
5.31	Carta Laluan Selamat Untuk Tarikh 5 Oktober 2005 Pada Masa 2127 Dengan Draf 11.5m dan UKC 10% Dari Nilai Draf	130
5.32	Carta Laluan Selamat Untuk Tarikh 5 Oktober 2005 Pada Masa 2127 Dengan Draf 6.0m dan UKC 1.5m	131
5.33	Paparan Maklumat Paras Pasang Surut	132
5.34	Pangkalan Data Pasang Surut Sistem <i>tide.mdb</i>	132
5.35	Paparan Hasil Tide Required Calculation	134
5.36	Nilai Pasang Surut Yang Dikehendaki Dalam <i>tide.mdb</i>	135
5.37	Graf Contoh Pengiraan Tide Required Calculation1	136
5.38	Graf Contoh Pengiraan Tide Required Calculation 2	137
5.39	Kebolehan Sistem Memaparkan Kedudukan Kapal Berdasarkan Koordinat Dari Pengguna	138
5.40	Kebolehan Sistem Memaparkan Beberapa Kedudukan Kapal Berdasarkan Koordinat Dari Pengguna	139
5.41	Kotak Dialog Vessel Position	140
5.42	Relatif Kedudukan Kapal Terhadap Paparan Kotak Status Koordinat	141

SENARAI SINGKATAN

ADO	-	<i>ActiveX Data Objects</i>
API	-	<i>Application Programming Interface</i>
CAD	-	<i>Computer Aided Design</i>
DAO	-	<i>Data Access Object</i>
DGPS	-	<i>Differential Global Positioning System</i>
DUKC	-	<i>Dynamic Under Keel Clearance</i>
ECDIS	-	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
ECS	-	<i>Electronic Chart System</i>
GIS	-	<i>Geographical Information System</i>
GPS	-	<i>Global Positioning System</i>
IALA	-	<i>International Association of Lighthouse Authorities</i>
IHO	-	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO	-	<i>International Maritime Organisation</i>
ISLW	-	<i>Indian Spring Low Water</i>
JUPEM	-	Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia
LADGPS	-	<i>Local Area DGPS</i>
LAT	-	<i>Lowest Astronomical Tide</i>
LORAN-C	-	<i>Long Range Navigation</i>
MSK	-	<i>Minimum Shift Keying</i>
MSL	-	<i>Mean Sea Level</i>
MIF	-	<i>Military Image Format</i>
ODAS	-	<i>Oceanography Data Acquisition System</i>
ODBC	-	<i>Open Database Connectivity</i>
PPS	-	<i>Precise Positioning Service</i>
RACON	-	<i>Radar Beacon</i>
RTCM	-	<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i>

S-57	-	<i>Standard 57</i>
SPS	-	<i>Standard Positioning Service</i>
SC-104	-	<i>Special Committee 104</i>
SIPELSAT	-	Sistem Pelayaran Satelit
SOLAS	-	<i>Safety of Life At Sea</i>
TLDM	-	Tentera Laut Diraja Malaysia
UKC	-	<i>Under Keel Clearance</i>
USACE	-	<i>United States Army Corps of Engineers</i>
VLCCs	-	<i>Very Large CrudeCarriers</i>
WADGPS	-	<i>Wide Area DGPS</i>
WGS 84	-	<i>World Geodetic System 84</i>

SENARAI ISTILAH

Bahasa Melayu

Bahasa Inggeris

Alur Pelayaran	<i>Channel</i>
Alat Bantuan Kepada Pelayaran	<i>Aids To Navigation</i>
Bahagian Kanan Kapal	<i>Starboard</i>
Bahagian Kiri Kapal	<i>Port</i>
Benaman	<i>Squat</i>
Berkelip	<i>Flash</i>
Berup	<i>Beacon</i>
Berup Bersuar	<i>Lighted Beacon</i>
Boya	<i>Buoy</i>
Boya Bahaya	<i>Hazard Buoy</i>
Boya Berlabuh	<i>Anchorage Buoy</i>
Boya Bahaya Terpencil	<i>Isolated Danger Buoy</i>
Boya Kawalan	<i>Control Buoy</i>
Boya Laluan Layar	<i>Fairway Buoy</i>
Boya Peringatan	<i>Cautionary Buoy</i>
Boya Penyelam	<i>Diving Buoy</i>
Boya Bersuar	<i>Lighted Buoy</i>
Boya Tambatan	<i>Mooring Buoy</i>
Draf	<i>Draft</i>
Fasa Pembawa	<i>Carrier Phase</i>
Garis Tuju	<i>Leading Line</i>
Hanyutan	<i>Yaw</i>
Hilir	<i>Upstream</i>
Hulu	<i>Downstream</i>

Had Pergerakan	<i>Manoeuvrability Restriction</i>
Isyarat Kabus	<i>Fog Signal</i>
Jalur	<i>Beam</i>
Jongketan	<i>Pitch</i>
Lunas	<i>Keel</i>
Kelegaan Dasar	<i>Bottom Clearance</i>
Kelegaan Lunas Kapal	<i>Under Keel Clearance</i>
Kelegaan Lunas Kapal Kasar	<i>Gross Under Keel Clearance</i>
Kelegaan Lunas Kapal Dinamik	<i>Dynamic Under Keel Clearance</i>
Kesengetan	<i>Heel</i>
Lambungan	<i>Heave</i>
Laluan Layar	<i>Fairways</i>
Olekan	<i>Roll</i>
Pemendapan	<i>Settlement</i>
Pengerukan	<i>Dredging</i>
Peruman	<i>Sounding</i>
Pemaliman	<i>Pilotage</i>
Pemantul Radar	<i>Radar Reflector</i>
Ramalan pasang surut	<i>Tidal prediction</i>
Sistem Carta Elektronik	<i>Electronic Chart System</i>
Sistem Geodetik Sedunia	<i>World Geodetic System</i>
Suar	<i>Lights</i>
Tanda Puncak	<i>Top Mark</i>

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Kod Pengaturcaraan Calculate Safe Area	152
B	Kod Pengaturcaraan Tide Required Calculation	158
C	Kod Pengaturcaraan Vessel Position	168
D	Kod Pengaturcaraan <i>Modules1.bas</i>	171

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang

Setiap kapal yang berlayar masuk atau keluar ke pelabuhan akan menggunakan laluan tertentu yang lazimnya disediakan oleh pihak pengurusan pelabuhan. Laluan tersebut adalah dikenali sebagai alur pelayaran (*channel*). Ini adalah kerana laluan tersebut mempunyai kedalaman yang mencukupi dan menjadikan ia selamat dilalui tanpa rasa curiga. Laluan ini diselenggarakan oleh pihak pengurusan pelabuhan melalui kerja-kerja pengerukan. Biasanya, kerja ini dilakukan setiap tiga ke enam bulan sekali bergantung kepada keadaan oseanografi dan fenomena sedimentasi di kawasan tersebut.

Umumnya, pengerukan dilakukan pada alur tersebut sehingga mencapai kedalaman yang ditetapkan. Oleh yang demikian, pelayar akan sentiasa berasa yakin dan selamat mengenai keselamatan mereka. Namun begitu, bagi sesetengah pelabuhan, alur pelayaran tidak disediakan kerana kedalaman semula jadi di kawasan tersebut sudah mencukupi bagi tujuan kapal keluar masuk ke pelabuhan. Pada kebiasaannya, setiap pelabuhan akan mempunyai perkhidmatan *pilotage* bagi setiap kapal yang keluar dan masuk dari kawasan berlabuh ke pelabuhan dan sebaliknya. Ini kerana *pilotage* adalah dari kalangan orang tempatan yang cukup mengetahui keadaan

laut di sekitar kawasan pelabuhan dan secara tidak langsung dapat menjamin keselamatan kapal masuk berlabuh.

Selain daripada itu, setiap kapal sememangnya bergantung kepada carta nautika sebagai panduan untuk transit masuk ke pelabuhan. Carta nautika merupakan salah satu dari alat asas yang ada pada pelaut dan pelayar. Sistem Carta Elektronik (ECS) adalah merupakan salah satu dari teknologi yang menyediakan kesenangan dan kemudahan dalam meningkatkan keselamatan dan keberkesanan operasi pelayaran. Ia menunjukkan kedalaman air, lokasi kawasan bahaya, lokasi dan keadaan alat bantuan pelayaran dan ciri-ciri lain yang berguna kepada pelayar. Kedalaman yang ditunjukkan pada carta nautika ini adalah merujuk kepada datum carta. *International Hydrographic Bureau* (IHB) telah menetapkan datum carta sebagai suatu paras air paling rendah dan jarang sekali air surut lebih rendah dari paras tersebut (IHO, 1993). Semua kedalaman yang dirujuk kepada datum carta adalah dikenali sebagai kedalaman tercarta. Ini supaya para pelaut dan marin akan yakin bahawa dalam keadaan-keadaan cuaca atau persekitaran biasa, kedalaman laut mestilah tidak kurang daripada apa yang ditunjukkan di atas carta nautika.

Walaupun alur pelayaran kapal ini telah disedia dan diselenggarakan mengikut jangka waktu tertentu, tidak semua kawasan pelabuhan menyediakan alur pelayaran. Ini disebabkan kedalaman semulajadi kawasan tersebut mempunyai kedalaman yang mencukupi bagi tujuan pelayaran. Oleh yang demikian, sistem yang akan dibangunkan dapat membantu pelayar menunjukkan kawasan yang boleh dilalui serta waktu yang dikehendaki berdasarkan input yang dimasukkan pengguna. Nilai pasang surut dan draf kapal oleh pengguna akan diambil kira bagi menentukan kawasan laut yang boleh dilaluinya. Secara umum, bahagian-bahagian laut yang lain, pada masa tertentu, air laut akan pasang pada satu tahap yang kedalamannya sesuai dan selamat untuk kapal berlayar. Namun begitu, bagi memperolehi kedalaman yang dianggap selamat untuk dilalui, beberapa faktor perlu diambil kira seperti nilai draf kapal dan juga kelegaan lunas kapal (UKC).

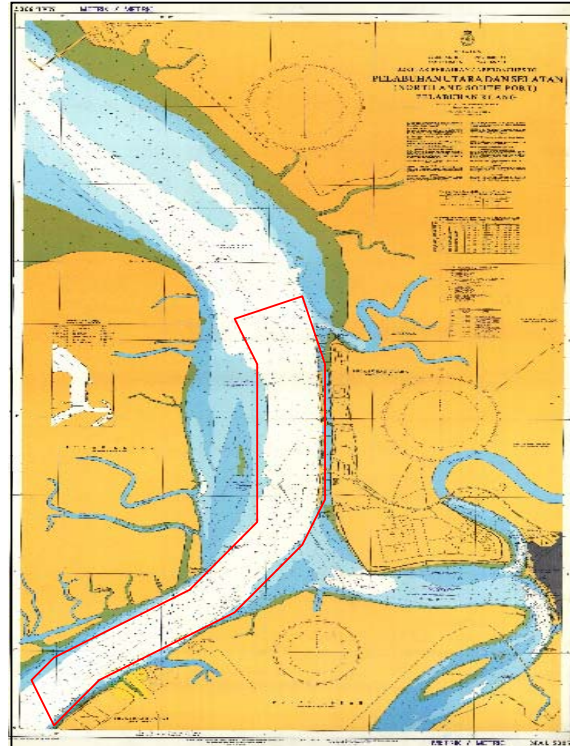
Sebagaimana yang dinyatakan di atas, carta nautika tidak menunjukkan kedalaman sebenar, kajian ini dijalankan bagi menghasilkan carta nautika digital yang menghubungkan data ramalan pasang surut. Ini kerana pergerakan pasang surut

adalah amat penting terutama apabila kawasan mendekati alur pelayaran itu tertakluk kepada variasi pasang surut.

1.2 Pernyataan Masalah

Kapal yang berlayar keluar dan masuk ke pelabuhan hanya menggunakan laluan yang sedia ada iaitu alur pelayaran. Namun begitu terdapat beberapa keadaan di mana alur pelayaran tidak disediakan dan hanya menggunakan kedalaman semula jadi. Ini dapat dilihat di Pelabuhan Klang di mana alur pelayaran hanya terdapat di dua pintu masuk utamanya iaitu melalui Utara, Pulau Angsa dan Selatan, Pintu Gedung. Melalui Selat Klang Selatan (rujuk kotak merah pada Rajah 1.1) hingga ke Pelabuhan Selatan (*West Port*) dan Pelabuhan Utara (*North Port*) alur pelayaran tidak disediakan kerana kedalaman semulajadinya adalah mencukupi bagi tujuan pelayaran iaitu melebihi 16 meter. Oleh yang demikian adalah perlu bagi menyediakan satu carta nautika yang mampu untuk menunjukkan kedalaman yang selamat dilalui bagi lebih menjamin keselamatan pelaut yang berlayar pada kawasan ini. Namun begitu, bagi memperolehi kedalaman yang dianggap selamat untuk dilalui, beberapa faktor perlu diambil kira seperti nilai draf kapal dan juga kelegaan lunas kapal.

Selain itu juga, kedalaman yang ditunjukkan dalam carta nautika adalah kedalaman tercarta yang merujuk kepada datum carta. Kedalaman sebenar atau kedalaman semasa dapat diperolehi jika nilai kedalaman tercarta dihubungkan dengan nilai pasang surut semasa. Ini akan memudahkan proses perancangan pelayaran pada kawasan alur pelayaran dan kawasan yang tertakluk kepada variasi pasang surut. Bagi tujuan meningkatkan produktiviti, perancangan pelayaran adalah amat penting dimana, sesetengah kapal yang membawa muatan yang banyak terpaksa menentukan waktu pelayaran yang sesuai bagi mendapatkan nilai air pasang yang sesuai. Beberapa agensi kerajaan juga dapat membuat perancangan bagi menjalankan operasi marin kerana dapat mengetahui kedalaman laut yang sebenar.



Rajah 1.1: MAL 5307- Sekitar perairan Pelabuhan Utara dan Selatan, Pelabuhan Klang

1.3 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah seperti berikut: -

- (i) Memahami dengan lebih mendalam tentang alat bantuan kepada pelayaran dan juga alat bantuan pelayaran yang ada serta kepentingannya.
- (ii) Mewujudkan satu sistem pemetaan yang dapat memetakan titik-titik kedalaman yang selamat untuk dijadikan laluan kapal berdasarkan kepada kedalaman laut semasa dan saiz draf kapal.
- (iii) Mewujudkan satu sistem pemetaan di mana nilai kedalaman laut yang dipaparkan berupaya untuk dikemas kini,
- (iv) Mewujudkan sistem yang dapat menghasilkan graf yang menunjukkan masa air pasang yang mencukupi bagi tujuan perancangan.

1.4 Skop Kajian

- (i) Mengenal pasti jenis alat bantuan kepada pelayaran yang terdapat disekitar kawasan pelabuhan dan juga alat bantuan pelayaran yang terdapat pada kapal sahaja.
- (ii) Mempelajari dan memahami faktor bagi menentukan kedalaman yang selamat bagi sesuatu kapal bagi tujuan pelayaran terutamanya dikawasan sekitar pelabuhan.
- (iii) Memahami faktor yang mempengaruhi kelegaan lunas kapal terutama di kawasan sekitar pelabuhan.
- (iv) Membangunkan carta nautika digital yang mampu untuk mamaparkan titik kedalaman yang selamat untuk dilalui berdasarkan nilai ramalan pasang surut serta faktor seperti kelegaan lunas kapal dan juga nilai draf.
- (v) Membangunkan sistem yang hanya akan memaparkan kawasan yang selamat dengan titik–titik kedalaman bewarna biru dan kawasan yang tidak selamat dilalui bewarna merah.
- (vi) Membangunkan pengaturcaraan yang berupaya mengira nilai pasang surut yang dikehendaki pengguna berdasarkan draf kapal dan nilai kelegaan lunas kapal serta menghasilkan graf yang menunjukkan masa air pasang yang mencukupi dilalui dalam warna biru dan warna merah bagi sebaliknya.

1.5 Kepentingan Kajian

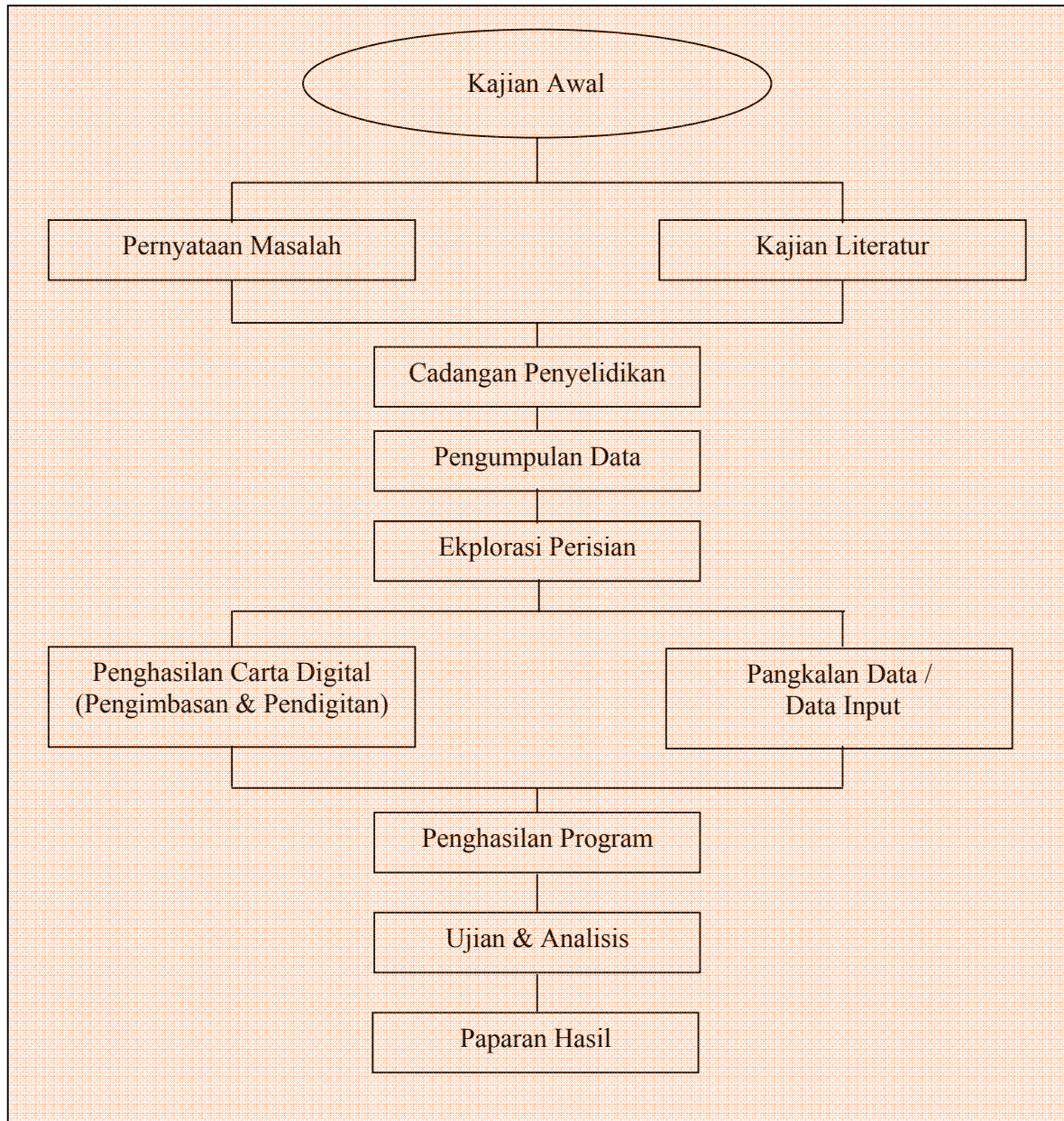
- (i) Kajian yang dijalankan ini akan menghasilkan carta nautika digital Pelabuhan Klang beserta satu sistem yang dapat memaparkan laluan dikehendaki berdasarkan nilai draf dan kedalaman laut semasa. Ini dapat membantu mengelakkan sebarang kejadian yang tidak diinginkan kerana di pelabuhan ini terdapat kawasan di mana alur pelayaran tidak disediakan kerana kedalaman semulajadi sudah mencukupi untuk pelayaran. Sistem yang dibangunkan dapat memberi petunjuk dengan

memetakan kawasan yang selamat untuk pelayaran terutama pada kawasan yang tidak mempunyai alur pelayaran.

- (ii) Sistem yang dihasilkan daripada kajian yang dijalankan ini juga penting kerana kedalaman yang dipaparkan adalah kedalaman semasa. Oleh kerana pasang surut mengakibatkan paras laut berubah dari masa ke semasa, sistem ini akan memaparkan kedalaman semasa berdasarkan nilai pasang surut mengikut masa dan tarikh yang dimasukkan oleh pengguna.
- (iii) Kajian ini juga dapat memberikan satu panduan kepada kapal-kapal untuk merancang waktu pelayaran yang selamat bagi mereka membawa muatan yang maksima sesuai dengan saiz kapal kerana pelayar kapal dapat menentukan kedalaman draf, waktu pasang surut yang sesuai untuk berlayar dan juga memilih laluan yang mempunyai kedalaman yang selamat.

1.6 Metodologi Kajian

Metodologi kajian dirancang berdasarkan kepada objektif dan skop kajian yang diterangkan sebelum ini dan berikut merupakan carta alir kerja bagi menghasilkan pengaturcaraan sistem ini: -



Rajah 1.2: Carta alir metodologi kajian

1.6.1 Kajian Awal

Kajian awal dilakukan bagi mengenal pasti tajuk dan seterusnya menjuruskan ke arah lebih mendalam.

1.6.2 Pernyataan Masalah

Menentukan permasalahan yang wujud serta kepentingan atau sumbangan kajian yang akan dijalankan kelak. Antara faktor yang perlu diambil kira adalah apakah kajian ini praktikal untuk digunakan nanti dalam dunia sebenar.

1.6.3 Kajian Literatur

Berdasarkan kepada tujuan yang akan dicapai melalui kajian ini, iaitu pembangunan pengaturcaraan sistem panduan navigasi kapal di kawasan pelabuhan, maka terdapat dua perkara yang menjadi fokus untuk difahami meliputi: pertama, mendalami bahasa perisian yang digunakan untuk membangun pengaturcaraan dalam hal ini *Microsoft Visual Basic* dan *Esri MapObject*. Kedua, pemahaman kepada kaedah sedia ada serta pendekatan yang telah diambil dari kajian terdahulu selain mengetahui dan memahami konsep terhadap kajian yang berkaitan.

1.6.4 Cadangan Penyelidikan

Seterusnya kertas cadangan penyelidikan dibuat dan juga pembentangan dilakukan jika sebarang penambahan perlu dilakukan bagi memastikan kajian yang dijalankan adalah menepati kehendak universiti.

1.6.5 Pengumpulan Data

Data-data yang akan digunakan adalah carta nautika sekitar perairan Pelabuhan Klang dan jadual ramalan pasang surut sekitar Pelabuhan Klang bagi tahun 2004 dan 2005. Carta nautika yang digunakan adalah seperti berikut:-

Jadual 1.1: Jadual Carta Nautika

No. Carta	Judul	Skala	Terbitan
MAL 5300	Sekitar Perairan Pelabuhan Klang- Pelabuhan Barat (West Port)	1:25000	31 Oktober 98
MAL 5307	Dermaga Utara Dan Selatan Pelabuhan Klang	1:15000	15 Februari 99
MAL 5322	Sekitar Perairan Utara Pelabuhan Klang	1:35000	30 Jun 91
MAL 5123	Pelabuhan Tanjung Pelepas	1:30000	30 September 99

1.6.6 Eksplorasi Perisian

Perisian *Esri MapObjects* dan bahasa *Visual Basic* akan digunakan bagi membangunkan sistem ini. Oleh itu pemahaman perisian ini adalah amat penting dan pembelajaran terhadap kod-kod pengaturcaraan adalah penting bagi memastikan proses pengaturcaraan sistem berjalan lancar.

1.6.7 Pengimbasan dan Pendigitan

Penghasilan imej raster carta batimetri dalam bentuk digital melalui pengimbasan dan pendigitan dilakukan bagi menukarkan data raster carta batimetri ke data vektor.

1.6.8 Pangkalan Data / Data Input

Seterusnya data-data Jadual Ramalan Pasang Surut bagi kawasan Pelabuhan Klang dimasukkan ke satu pangkalan data menggunakan *Microsoft Access* dan nilai-nilai kedalaman dimasukkan ke dalam atribut data spatial.

1.6.9 Penghasilan Program

Program bagi mewujudkan sistem ini akan ditulis menggunakan bahasa *Visual Basic* dan tambahan komponen *Esri MapObject* bagi memasukan data spatial serta *Microsft Access* bagi pengkalan data pasang surut.

1.6.10 Ujian dan Penilaian Sistem

Ujian dan Penilaian bagi sistem ini akan dilakukan untuk mengenal pasti kemampuan sistem mencapai objektif kajian.

1.6.11 Paparan Hasil

Hasil akhir sistem ini adalah satu aplikasi *stand alone* atau *execute* dimana pengguna dapat memasang sistem pada mana-mana komputer bagi menjalankan sistem ini.

1.7 Kandungan Bab

Secara keseluruhannya kajian ini mengandungi enam bab. Kandungan keseluruhan bab dan sinopsis penulisan bagi kajian ini adalah seperti berikut:-

- (i) Bab 1
Bab ini merangkumi latar belakang kajian, pernyataan masalah, objektif kajian, skop kajian, kepentingan kajian dan metodologi kajian.
- (ii) Bab 2
Bab ini menjelaskan tentang jenis-jenis alat bantuan kepada pelayaran dan alat bantuan pelayaran yang terdapat di seluruh dunia beserta

tujuan dan ciri-ciri alat tersebut yang dapat membantu para pelayar membuat perancangan dan pelayaran dengan selamat.

(iii) Bab 3

Bab ini membicarakan tentang kedalaman selamat bagi pelayaran iaitu kelegaan lunas kapal. Ia merupakan antara perkara penting yang perlu diambil kira bagi setiap kapal apabila menghampiri pelabuhan. Penerangan mengenai pasang surut dan perolehan data-data cerapan pasang surut turut diterangkan dan hubungan pasang surut dengan kelegaan lunas kapal turut dipaparkan.

(iv) Bab 4

Bab ini menjelaskan secara lengkap mengenai pembangunan sistem dan pengaturcaraan meliputi pembangunan menu utama, sub menu untuk penukaran format data, analisis dan ramalan pasang surut. Carta alir dari setiap pengaturcaraan dan visual menu dan sub menu juga dipaparkan.

(v) Bab 5

Bab ini membicarakan penilaian keseluruhan sistem yang dibangunkan. Penilaian yang dilakukan adalah berdasarkan kepada skop kajian yang sedia ada.

(vi) Bab 6

Bab terakhir ini membicarakan kesimpulan dan cadangan. Ianya menggambarkan tahap dan kemampuan kajian yang telah dilakukan. Bagi menambah baik kajian di masa hadapan, beberapa cadangan juga turut diutarakan.

SENARAI RUJUKAN

- Barlow, R., O'Brien, T. and Atkinson, P. (2002). *Experience Using A Dynamic Under Keel Clearance System At Port Taranaki, New Zealand*. 3rd Congress of The International Harbour Masters' Association. May 2002. Cape Town, South Africa.
- Barrass, C.B (2003). *Ship Stability: Notes and Examples*. Oxford (UK): Butterworth-Heinemann.
- Bowditch, N. (1984). *American Practical Navigator Volume I*, Publication No. 9. United States: Defence Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center.
- Bray, R. N., Bates, A.D. and Land, J. M. (1997). *Dredging Handbook for Engineers*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Fredenburg, J. and Cargin, J. (2002). *Bridging The Gap Between ArcView And Visual Basic*.
URL:<http://www.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap417/p417.htm>
- Gold, C., Chau, Michael., Dziesko, Marcin. and Goralski, R. (2005). *The Marine GIS-Dynamic GIS in Action*. Hong Kong.
- Hecht, H., Berking, B., Büttgenbach, G., Jonas, M. and Alexander, L. (2002). *The Electronic Chart Functions, Potential and Limitations of a New Marine Navigation System*. GITC Publication, Lemmer, The Netherlands.
- Hasanuddin Zainal Abidin (2000). *Penentuan Posisi Dengan GPS Dan Aplikasinya*. Cetakan Kedua. Jakarta: Pradya Paramita.

International Hydrographic Organisation (1994). *IHO Hydrographic Dictionary Part I Volume I*. Monaco, Special Publication No. 32. (S32) 5th Edition.

International Hydrographic Organization (1993). *A Manual On Technical Aspects Of The United Nations Convention On The Law Of The Sea 1982: Special Publication No. 51*. Third Edition. Monaco: International Hydrographic Bureau.

Jabatan Laut Semenanjung Malaysia (2004). *Sistem Pelayaran Satelit (SISPELSAT)*. Trade Brochure.

Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (2000). *Jadual Ramalan Pasang Surut Malaysia*, Kuala Lumpur.

Lacroix, P. and Kightley, J. (1996). An Under Keel Clearance Guide System for Ports and Waterways. *Proceeding of Canadian Hydrographic Conference (CHC96)*. June 3-5. Halifax, Nova Scotia, Canada: Canadian Hydrographic Service, 51 – 55.

Mohd Razali Mahmud and Tengku Afrizal Tengku Ali (2005). *Navigation Aid System with Dynamic Tide*. International Symposium And Exhibition On Geoinformation 2005 (ISG'05). September 27-29. Penang: Universiti Sains Malaysia.

Morse, B., Lachance, M. and Marceau, G. (1996). Measuring Under Keel Clearance Using GPS–OTF Technology. *Proceeding of Canadian Hydrographic Conference (CHC96)*. June 3-5. Halifax, Nova Scotia, Canada: Canadian Hydrographic Service, 41 – 46.

Mittal, S.K. (2002). *Roles of Hydrographic Office and GIS/GPS – An Outline Survey*. India Navy, National Hydrographic Office Dehradun.

- O'Brien, T. (2000). *Experience Using Under Keel Clearance Prediction Systems At Australian Ports: Selected Case Studies and Recent Developments*. IHMA Conference. April 2000. Dubai, UAE.
- OMC International (2002). *Dynamic Under Keel Clearance Information Booklet At Westgate Port Taranaki*.
URL: http://www.wesgate.co.nz/port/dukc_booklet.pdf
- Port Klang Authority (2005). *Port Klang Malaysia Marine Information Handbook*. Port Klang, Malaysia.
- Shelly, G.B., Cashman, T.J and Mick, M.L. *Microsoft Visual Basic 6 Complete Concepts and Technique*. United States of America: Shelly Cashman Series. 1999
- Sleight, S., MacArthur, E. *Guide To Sailing*. London: Dorling Kindersly Limited. 2001
- Transport Accident Investigation Commission-TAIC (2003). TAIC Marine Occurrence Report 02-201: *Jody F Millennium Grounding Gisborne*.
URL: <http://www2.taic.org.nz/InvList/Marine/02-201.pdf>
- Tentera Laut Diraja Malaysia (2005). *Jadual Pasang Surut Malaysia Jilid 1*. Tentera Laut Diraja Malaysia, Kuala Lumpur.
- Tentera Laut Diraja Malaysia (2003). *Lambang Dan Kata Singkat MAL 1*. Tentera Laut Diraja Malaysia, Kuala Lumpur.
- Tentera Laut Diraja Malaysia (2005). *Annual Malaysian Notices To Mariners*. Tentera Laut Diraja Malaysia, Kuala Lumpur.
- Tetly, L. and Calcutt, D. *Electronic Aids To Navigation: Position Fixing*. Great Britain: Edward Arnold. 1991